

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EPO-BERLIN

16-05-2003

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

REC'D 13 JUN 2003

WIPO PCT

**Aktenzeichen:** 102 17 283.8

**Anmeldetag:** 12. April 2002

**Anmelder/Inhaber:** Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, München/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zum Einstellen und Prüfen der  
Spannkraft von Schraubverbindungen

**IPC:** G 01 L, B 25 B

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 08. Mai 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

**BEST AVAILABLE COPY**

Wehner

Pfenning, Meinig & Partner GbR

Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
European Trademark Attorneys  
Dipl.-Ing. J. Pfenning (-1994)  
Dipl.-Phys. K. H. Meinig (-1995)  
Dr.-Ing. A. Butenschön, München  
Dipl.-Ing. J. Bergmann\*, Berlin  
Dipl.-Chem. Dr. H. Reitzle, München  
Dipl.-Ing. U. Grambow, Dresden  
Dipl.-Phys. Dr. H. Gleiter, München  
Dr.-Ing. S. Golkowsky\*\*, Berlin  
\*auch Rechtsanwalt  
\*\*nicht Eur. Pat. Att.

80336 München, Mozartstraße 17  
Telefon: 089/530 93 36  
Telefax: 089/53 22 29  
e-mail: muc@pmp-patent.de  
10719 Berlin, Joachimstaaler Str. 10-12  
Telefon: 030/88 44 810  
Telefax: 030/881 36 89  
e-mail: bln@pmp-patent.de  
01217 Dresden, Gostritzer Str. 61-63  
Telefon: 03 51/87 18 160  
Telefax: 03 51/87 18 162  
e-mail: dd@pmp-patent.de

Berlin,  
12. April 2002  
Go/Ha-us-FhG  
02/38134-IST

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT zur Förderung der angewandten  
Forschung e.V.  
Leonrodstraße 54, 80636 München

---

Vorrichtung zum Einstellen und Prüfen der Spannkraft von  
Schraubverbindungen

---

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT zur Förderung der angewandten  
Forschung e.V.

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung (4) zum Einstellen und Prüfen der Axialkraft in Schraubverbindungen, wobei die Vorrichtung eine Kontrolleinrichtung zur Begrenzung einer zwischen Kraftaufbringungselementen der Schraubverbindung wirkenden Axialkraft enthält,

10

dadurch gekennzeichnet,  
daß die Kontrolleinrichtung Mittel (4, 5) zur Signalwertaufnahme von einem Meßelement (2) aufweist, dessen elektrischer Widerstand in Abhängigkeit von der wirkenden Axialkraft veränderlich ist.

15

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß diese ein Bauteil (2) zur Fixierung eines drehbaren Kraftaufbringungselementes aufweist.

20

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (3) zur Fixierung Mittel (4, 5) zur Signalaufnahme enthält.

25

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (4, 5) zur Signalwertaufnahme Kontakte zur galvanischen, kapazitiven oder induktiven Signalwertübertragung aufweisen.

30

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Signalwertaufnahme zur gleichzeitigen Mes-

sung eines oder mehrerer Signalwerte ausgebildet sind.

- 5 6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (3) zur Fixierung eines drehbaren Kraftaufbringungselements zur Fixierung eines Schraubenkopfes (7), einer Mutter (8) oder dergleichen ausgebildet ist und die Mittel (4, 5) zur Signalwertaufnahme ebenfalls in dem Bauteil (3) zur Fixierung eines drehbaren Kraftaufbringungselementes untergebracht sind zur Kontaktierung einer zwischen den Kraftaufbringungselementen angeordneten Unterlegscheibe (2).
- 10
- 15 7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine elektrische Verbindung zum elektrischen Masseanschluß an das Meßelement (3) vorsieht.
- 20 8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraubverbindung Kraftaufbringungselemente (7, 8) bzw. Verbindungselemente (9) zwischen den Kraftaufbringungselementen aus Holz, Metall oder Kunststoff enthält.
- 25 9. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (3) zur Fixierung von Kreuzschlitz-, Schlitz-, Sechskant-, Vierkant- sowie Imbusschrauben oder dergleichen ausgebildet ist.
- 30 10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung zur akustischen oder optischen Anzeige

(10) eingestellter Axialkraftwerte vorgesehen ist.

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT  
zur Förderung der angewandten Forschung e.V.

Vorrichtung zum Einstellen und Prüfen der Spannkraft  
von Schraubverbindungen

5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung  
zum Einstellen bzw. Prüfen der axialen Spannkraft  
bei Schraubverbindungen.

10 Die Erfindung betrifft vor allem mechanische Schraub-  
verbindungen, die unterschiedlicher Ausführung und in  
vielfältiger Weise im Bereich der Mechanik angewandt  
werden. Sie ist prinzipiell für alle bekannten Arten  
von Gewinden bzw. Schraubverbindungen anwendbar.

15 Es sind bereits Vorrichtungen zum Einstellen der  
Axialkraft in Schraubverbindungen bekannt, welche ei-  
ne Kontrolleinrichtung zur Begrenzung einer zwischen  
z.B. zwei Kraftaufbringungselementen der Schraubver-  
bindung wirkenden Axialkraft enthalten. So sind soge-  
nannte "Drehmomentschlüssel" bekannt, welche eine me-  
20chanische Überlastregelung bei Überschreitung eines

vorgegebenen Drehmomentes für eine Schraubverbindung ermöglichen. Auf diese Weise ist eine genaue Feststellung der zwischen den Kraftaufbringungselementen (z.B. einem Schraubenkopf an einem Schraubenschaft als erstem Kraftaufbringungselement und einer Mutter auf einem Gewinde des Schraubenschaftes als zweites Kraftaufbringungselement) nicht sicher möglich. Das Drehmoment, welches zum Anziehen einer Schraubenverbindung aufgewendet wird, bewirkt zwar eine Änderung der Axialkraft zwischen den Kraftaufbringungselementen, da durch die Steigung des Gewindes eines Schraubenschaftes eine Drehbewegung eine Abstandsänderung der Kraftaufbringungselemente und dadurch eine Axialkraft Veränderung erzeugt. Die Korrelation zwischen Axialkraft und Drehmoment ist jedoch unter Umständen sehr fehlerbehaftet, da die Reibkräfte eines Kraftaufbringungselementes auf einem Gewinde das Drehmoment maßgeblich beeinflussen. Bei identischen Drehmomenten kann die Spannkraft einer Schraubverbindung erheblich variieren, so daß für gut gleitende Schrauben die Gefahr der Überdehnung besteht, während bei schwergängigen Schrauben das vorgewählte Drehmoment bereits erreicht wird, wenn die zu verbindenden Teile noch lose sind. Abgesehen von dieser Ungenauigkeit besteht bei dem mechanischen Überlastschutz der Nachteil, daß lediglich eine Grenzüberschreitung möglich ist, jedoch keine exakte Messung der Axialkraft.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung zum Einstellen und/oder Prüfen der axialen Kräfte in Schraubverbindungen vorzuschlagen, welche auf schnelle und kostengünstige Art und Weise exakt die Axialkräfte einer Schraubverbindung ermitteln kann.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung nach An-

spruch 1 gelöst.

5       Dadurch, daß die Kontrolleinrichtung Mittel zur  
Signalwertaufnahme von einem Meßelement aufweist,  
dessen elektrischer Widerstand in Abhängigkeit von  
10       der wirkenden Axialkraft veränderlich ist, ist eine  
direkte Ermittlung der Axialkraft (ohne Umweg über  
eine Drehmomentmessung) möglich. Die Axialkraft ist  
durch beliebige Kraftanbringungselemente (die in ih-  
rer Form und Anzahl beliebig sein können aufbringbar,  
wesentlich ist, daß eine resultierende Axialkraft  
15       entsteht. Als Ausgangswert wird eine elektrische Wi-  
derstandsmessung bzw. eine dadurch entstehende Span-  
nungsänderung in einem Meßelement herangezogen, wel-  
ches durch die Axialkraft mechanisch belastet wird.  
Das Meßelement kann hierbei aus einem Material beste-  
hen bzw. mit einem Material beschichtet sein, wie es  
in der DE 199 54 164 A1 gezeigt ist. Es kann sich  
20       hierbei z.B. um eine amorphe diamantähnliche Kohlen-  
stoffverbindung handeln. Zur Vermeidung von Wiederho-  
lungen wird hier auf sämtliche Materialien, welche in  
der DE 199 54 164 A1 aufgezählt sind, Bezug genommen.  
Selbstverständlich sind auch weitere piezoresistive  
Materialien zur Ausbildung des Meßelementes möglich.

25       Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfin-  
dung werden in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

30       Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor,  
daß die erfindungsgemäße Vorrichtung ein Bauteil zur  
Fixierung eines drehbaren Kraftaufbringungselementes  
aufweist. Die Vorrichtung kann z.B. als ein schrau-  
benschlüsselförmiges Element ausgestaltet sein, wel-  
ches als Bauteil zur Fixierung eines drehbaren Kraft-  
35       aufbringungselementes, z.B. eine Nuß, zur Umgreifung  
einer Schraube aufweist. Diese Nuß kann die Form von



bekannten Steckschlüsselaufsätzen haben, es sind auch entsprechende Aufsätze für Schlitz- bzw. Kreuzschlitzschrauben möglich. Selbstverständlich sind auch beliebige weitere Formen, wie z.B. Imbuseingriffe möglich. Das Bauteil zur Fixierung des drehbaren Kraftaufbringungselementes (also z.B. eines Schraubenkopfes) kann gegenüber dem restlichen Schraubenschlüssel drehbar sein (Prinzip einer "Ratsche"), es kann aber auch fest mit diesem verbunden sein.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß das Bauteil zur Fixierung Mittel zur Signalaufnahme enthält. So kann z.B. eine Nuß integrierte bzw. als Ummantelung aufgebrachte elektrische Leitung sowie Kontaktstifte aufweisen, welche einerseits mit dem Meßelement in elektrischer Verbindung stehen und andererseits mit einer zu der erfindungsgemäßen Vorrichtung gehörenden Meß- und Steuereinrichtung. Hierbei kann die Signalübertragung einerseits über direkte Kontaktierung elektrisch leitender Flächen erfolgen. Neben der galvanischen Übertragung ist jedoch auch eine induktive bzw. kapazitive Kopplung verschiedener Signalwert übertragender Leitungsabschnitte möglich (diese Varianten bieten sich insbesondere bei der Verwendung der Vorrichtung in feuchten Medien bzw. zur Verschleißminderung bei sich relativ zueinander drehenden Bauelementen an).

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß die Mittel zur Signalwertaufnahme z.B. an lediglich einer Stelle eine Axialkraft ermitteln. Hierzu wird z.B. ein Kontaktstift an ein erfindungsgemäßes Meßelement angeschlossen (die Spannung wird dann gegenüber einem Masseanschluß ermittelt, welcher über eine zu dem Kontaktstift isolierte elektrische Verbindung, z.B. über elektrisch leitende Schraubenköpfe

bzw. damit in Verbindung stehende Nüsse gegeben ist.

Es ist jedoch auch möglich, z.B. mehrere Kontaktstifte zur gleichzeitigen Messung mehrerer Signalwerte vorzusehen, um auf diese Weise ein noch genaueres gemittelttes Meßsignal (zur Kompensation von Temperaturschwankungen bzw. geometrischen Unebenheiten) zu erreichen.

Eine besonders für die Praxis taugliche Weiterbildung der Erfindung sieht vor, daß das Bauteil zur Fixierung eines drehbaren Kraftaufbringungselementes zur Fixierung eines Schraubenkopfes, einer Mutter oder dergleichen ausgebildet ist. Vorteilhaft ist, daß hierbei die Mittel zur Signalwertaufnahme ebenfalls in dem Bauteil zur Fixierung des drehbaren Kraftaufbringungselementes untergebracht sind (z.B. integral in einer Nuß) und daß diese Mittel zur Signalwertaufnahme über z.B. Kontaktstifte direkt auf eine Unterscheibe greifen, auf welche durch das Kraftaufbringungselement (also Schraubenkopf etc.) eine Axialkraft aufgebracht wird.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, daß eine Vorrichtung zur akustischen oder optischen Anzeige eingestellter bzw. bestehender Axialkraftwerte vorgesehen ist. Hierfür ist in einfachen Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung für die Feststellung von Eckwertüberschreitungen eine Kontrollleuchte oder eine Signaltonvorrichtung notwendig. Zur Angabe genauer Zahlenwerte ist auch eine alphanumerische Anzeige denkbar. Das erfindungsgemäße Werkzeug/bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung wird erfahrungsgemäß so gestaltet, daß am Grundwerkzeug, z.B. einer Ratsche, einem Akkuschrauber oder anderen Schraubwerkzeugen (bis hin zu Schraubautomaten) eine

elektronische Schaltung mit einer entsprechenden Signalauswertung und Anzeige sowie der erforderlichen Energieversorgung vorgesehen wird. Die Energie kann mit Hilfe einer Batterie bereitgestellt werden oder auch durch telemetrische Vorrichtungen unter Anwendung von Akkus oder anderen Energiespeichern optisch, kapazitiv oder induktiv eingekoppelt werden. Die elektrische Versorgung des Meßelementes kann hierbei wahlweise über eine Gleich- oder eine Wechselstromverbindung erfolgen.

Prinzipiell ist die erfindungsgemäße Vorrichtung für sämtliche Schraubverbindungen nach dem Stand der Technik anwendbar, also für Schraubverbindungen mit Kraftaufbringungselementen aus Holz, Metall oder Kunststoff. Zur Fixierung dieser Schraubverbindungen können ebenfalls beliebige Elemente nach dem Stand der Technik, also Kreuzschlitz-, Schlitz-, Sechskant-, Vierkant-, Imbusschrauben oder dergleichen zur Anwendung kommen.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung werden in den übrigen abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung wird nun anhand mehrerer Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Teil der Vorrichtung zum Einstellen der Axialkraft in einer auf eine Schraubverbindung aufgesetzten Stellung,

Fig. 2a

und 2b Details eines Bauteils zur Fixierung drehbarer Kraftaufbringungselement,

Fig. 3 ein Detail eines Kontaktstiftes zur elektrischen Kontaktierung einer Unterlegscheibe,

Fig. 4a

5 und 4b Ansichten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Einstellen der Axialkraft,

Fig. 5a

10 und 5b Details zur elektrischen Verbindung zwischen einem Kontaktstift und einer erfindungsgemäßen Anzeigevorrichtung, und

15 Fig. 6 verschiedene Möglichkeiten zur elektrischen Anbindung eines Bauteils zur Fixierung eines drehbaren Kraftaufbringungselementes an eine erfindungsgemäße Anzeigevorrichtung.

20 Fig. 1 zeigt eine Schraubverbindung mit einem Teil einer Vorrichtung 1 zum Einstellen und/oder Prüfen der Axialkraft in Schraubverbindungen, wobei die Vorrichtung eine Kontrolleinrichtung zur Begrenzung einer zwischen zwei Kraftaufbringungselementen der Schraubverbindung wirkenden Axialkraft enthält. Die Schraubverbindung wird durch einen Schraubenschaft 9 realisiert, an dessen oberem Ende ein Sechskantschraubenkopf 7 angebracht ist und an dessen unterem Ende auf einem Gewinde eine Mutter 8 aufgeschraubt ist. Zwischen der Mutter und dem Schraubenkopf 7 sind (in der Aufzählung von unten beginnend) ein Bauteil 30 11a, ein Bauteil 11b, eine Hilfsunterlegscheibe 12, ein kreisringförmiges Meßelement mit piezoresistiver Beschichtung, sowie eine weitere Hilfsscheibe angebracht. Die durch Drehung des Schraubenkopfes 7 aufgebrachte Axialkraft dient also primär der geeignet 35 einstellbaren Verbindung der Bauteile 11a und 11b. Zur leichteren Einstellbarkeit ist die Mutter 8 auf

nicht mehr dargestellte Weise verdrehsicher am Bauteil 11a angebracht.

Die Schraubverbindung in Fig. 1 ist lediglich beispielhaft dargestellt. Sie kann beliebige andere Formen aufweisen, z.B. kann eine Schraube mit ihrem Gewinde auch direkt in das Bauteil 11a hineingeschraubt werden, in diesem Falle bildet der Schraubenkopf 7 ein erstes Kraftaufbringungselement und das Bauteil 11a selbst das hierzu korrespondierende zweite Kraftaufbringungselement, wobei zwischen den Kraftaufbringungselementen eine Axialkraft aufgebaut wird. Es sind aber auch beliebige andere Schraubverbindungen denkbar mit unterschiedlichen Ausführungsformen von Bolzen, Muttern sowie Materialien dieser Elemente (Holz, Metall oder Kunststoff). Statt eines Sechskantkopfes kann der Schraubenkopf 7 selbstverständlich auch als Kreuzschlitz-, Schlitz-, Vierkant-, Imbusschraube oder dergleichen ausgeführt sein. Die erfindungsgemäßen Mittel zur Signalwertaufnahme der zur Vorrichtung gehörenden Kontrolleinrichtung stehend in Fig. 1 mit einem Meßelement 2 in Verbindung. Dieses Meßelement weist die Eigenschaft auf, daß sein elektrischer Widerstand in Abhängigkeit von der wirkenden Axialkraft veränderlich ist. Hierfür geeignet kann eine amorphe Kohlenstoffschicht mit graphitischen Strukturen  $sp^2$ -Hybridisierung in Kombination mit diamantähnlichen Strukturen mit  $sp^3$ -Hybridisierung sein. Bezüglich der möglichen Vielfalt von weiteren Materialien wird voll umfänglich auf die Deutsche Offenlegungsschrift 199 54 164 A1 verwiesen. Es sind jedoch auch andere dem Fachmann bekannte piezoresistive Materialien möglich.

Das Meßelement 2 ist im Wesentlichen als Hohlkreiszyylinder ausgeführt, wobei die zentrale Öffnung zur

Durchführung des Schraubenschaftes 9 dient. Der Kern des Hohlkreiszyinders ist aus einem handelsüblichen Stahl (z.B. ST37). Es sind selbstverständlich auch Edelstähle, gehärtete Stähle, Titan, Aluminium etc. als Materialien möglich, aber auch glasfaserverstärkte Kunststoffe. Auf der Ober- bzw. der Unterseite dieses Hohlkreiszyinders sind Schichten aus Material, dessen elektrischer Widerstand in Abhängigkeit von der wirkenden Axialkraft veränderlich ist (wie oben beschrieben). Diese Schichten reichen allerdings nicht bis zum äußerste Umfang des Meßelementes 2, der bis zum Rand des Meßelementes 2 verbleibende Ringraum ist ein segmentierter oder nicht segmentierter Ringbereich zur elektrischen Kontaktierung. Dieser Bereich ist zur Verbindung mit Kontaktstiften 14a bzw. 14b geeignet.

Über z.B. den Kontaktstift 14a ist eine Spannungsänderung durch Änderung des elektrischen Widerstandes in den Kraftmeßschichten 13 meßbar. Der Kontaktstift ist auf später noch zu erklärende Weise mit einer Steuereinrichtung der erfindungsgemäßen Vorrichtung verbunden. Ebenfalls mit dieser Steuereinrichtung verbunden ist ein Masseanschluß, diese elektrische Verbindung findet über elektrisch leitfähige Komponenten zwischen Steuereinrichtung und Meßelement 2 (also Schraubaufsatz 15, Schraubenkopf 7, Hilfsscheiben 12 etc.) statt.

Im Folgenden wird genauer auf die Ausbildung des Schraubaufsatzes 3 eingegangen. Dieser weist zum einen eine dem Schraubenkopf 7 zumindest bereichsweise komplementäre Form auf zur Drehung des Schraubkopfes um die Schraubenschaftachse. Der Schraubaufsatz 3, welcher somit ein Bauteil zur Fixierung des Kraftaufbringungselementes 7 darstellt, ist aus einem elek-

trisch leitenden Material, üblicherweise gehärtetem  
Edelstahl. Der Schraubaufsatz kann eine kreiszylin-  
drische Form aufweisen und ist an seiner äußeren Man-  
telfläche mit einem Isolator 16 (z.B.  $Al_2O_3$  oder ei-  
nem elektrisch nicht leitenden Polymer) beschichtet.  
Eine oder mehrere federgetriebene Kontaktstifte 14a,  
14b sind in einem Ringraum untergebracht, welcher ra-  
dial nach außen gesehen von einer weiteren Isolator-  
schicht in Form eines Hohlkreiszyllinders begrenzt  
wird.

Es sei darauf hingewiesen, daß die hier gezeigte An-  
ordnung von Kontaktstiften 14a, 14b sowie Unterleg-  
scheibe 2 lediglich beispielhaft zu verstehen ist. Es  
ist selbstverständlich auch möglich, eine andere Form  
eines Meßelementes vorzusehen bzw. die Unterlegschei-  
be zum Schutz vor Verdrehungen in einer Schutzhülse  
vorzusehen.

Fig. 2a und 2b zeigen Teilansichten der Umgebung der  
Kontaktstifte 14a, 14b. In Fig. 2a ist zu sehen, wie  
eine zwischen den zylindrischen Isolatorenschichten  
16 und 18 angebrachte Anordnung aus einer Feder 5 und  
dem Kontaktstift 14a untergebracht ist. Die Feder 5  
ist elektrisch leitend, um eine Verbindung zwischen  
dem Meßelement 2 und der hier nicht gezeigten Steuer-  
einrichtung herzustellen. Der Kontaktstift 14a weist  
an seinem vorstehenden Ende eine Spitze auf zur bes-  
seren Fixierung an der Unterlegscheibe und somit der  
Sicherstellung einer besseren Meßverbindung. Anstelle  
und/oder zusätzlich zu der Feder kann die Fixierung  
auch mit an der Spitze angebrachten Magneten 20 er-  
folgen (dies setzt allerdings eine ferromagnetische  
Meßeinrichtung voraus).

Fig. 2b zeigt eine Draufsicht auf mehrere Kontakt-

stifte, unter anderem die Kontaktstifte 14a und 14b. Prinzipiell ist es ausreichend, einen einzigen Kontaktstift 14a vorzusehen. Es können jedoch auch zur Verbesserung der Meßgüte (Ausgleich geometrischer Unebenheiten bzw. Temperaturkompensationen) mehrere Kontaktstifte angewandt werden, welche elektrisch miteinander verbunden sind oder voneinander elektrisch isoliert sind (hierzu sind gegebenenfalls elektrisch voneinander isolierte segmentierte Bereiche auf dem Meßelement 2 vorzusehen, welche jeweils mit einem korrespondierenden Kontaktstift 14a, 14b in Verbindung stehen).

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Kontaktstiftes 14c, welcher sich von der oben genannten Ausführungsform lediglich dadurch unterscheidet, daß an seiner Spitze eine hakenartige Vorrichtung als Klemmkontakt zur besseren Fixierung/Kontaktierung des Meßelementes 2 gegeben ist.

Fig. 4a und 4b zeigen Ansichten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 1 zum Einstellen der Axialkraft in Schraubverbindungen.

Fig. 4a zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung 1 in Form eines Schraubenschlüssels. Dieser weist einen Handgriff 21 auf, welcher mit einem Bauteil 3 zur Fixierung (einem Schraubenaufsatz, siehe Fig. 1) verbunden ist. Der Handgriff 21 ist mit dem Schraubenaufsatz 3 drehfest verbunden. Alternativ hierzu ist es auch möglich, den Schraubenschlüssel als "Ratsche" vorzusehen, bei dem eine einseitig sperrende Drehverbindung vorgesehen ist. Abhängig von der Art der Verbindung ist auch die elektrische Verbindung von Schraubenaufsatz 3 und Handgriff 1 zu wählen. In Fig. 4a ist zu sehen, daß die Feder 5 linksseitig an einem Kon-



takt zum Handgriff 6 elektrisch leitend befestigt ist, dieser Kontakt ist über eine elektrische Verbindung mit einer Anzeigevorrichtung 10 verbunden, welche zusätzlich über einen Masseanschluß zur Schraubverbindung hin verbunden ist. Somit sind Änderungen des elektrischen Widerstandes im Meßelement 2 als Potentialänderung für die Anzeigevorrichtung 10 meßbar.

Die Anzeigevorrichtung 10, welche zur erfindungsgemäßen Steuereinrichtung gehört, verfügt über eine alphanumerische optische Anzeige zur Anzeige in der Schraubverbindung bestehender bzw. eingestellter Axialkraftwerte. Hierbei werden, sobald der Schraubaufsatz 3 auf dem Schraubenkopf 7 aufgesteckt ist und die Kontaktstifte 14a (und weitere) auf das Meßelement 2 gedrückt, Werte für die in der Schraubverbindung bestehende Axialkraft angegeben.

Selbstverständlich sind auch andere Anzeigemöglichkeiten, etwa durch eine Kontrollleuchte zur Angabe eines einfachen Grenzwertes oder auch akustische Anzeigen möglich.

Fig. 5a und 5b zeigen weitere Details der erfindungsgemäßen Vorrichtung. In Fig. 5a ist wiederum der Schraubaufsatz 3 (als Steckschlüssel) dargestellt. Die Isolierschichten 16 und 18 fassen auf die oben beschriebene Weise einen Ringraum ein, aus welchem nach rechts hin durch die entspannte Feder 5 die Kontaktstifte 14a etc. herausgedrückt sind zur Kontaktaufnahme mit einem Meßelement 2. Die Feder 5 bzw. ein linksseitig der Feder angeordnetes elektrisch leitendes Element treten mit dem elektrischen Kontakt 6 zur elektrischen Verbindung mit der Anzeigevorrichtung 10 in Verbindung. Der Kontakt 6 ist als Stift ausgeführt, welcher durch eine Feder 22 aus dem Handgriff

21 des Schlüssels herausgedrückt wird, um den elektrischen Kontakt mit dem Stift 14a zu verbessern.

5 Fig. 5b zeigt eine weitere Anordnung des Ringraums, in welcher der Kontaktstift 14a beispielhaft dargestellt ist. Es ist hier eine revolvermäßige Anordnung gezeigt, bei welcher mehrere Kontaktstifte über den Umfang des Ringraums verteilt untergebracht sind.

10 Fig. 6 zeigt schließlich eine weitere Art der Verbindung zwischen Steckschlüssel 3 (zu welchem die Mittel zur Signalwertaufnahme, also Kontaktstifte mit darum liegenden Isolatoren gehören). Ein mit dem Kontaktstift 14a über die Feder 5 elektrisch verbundenes  
15 Bauteil kann hierbei auch berührungslos mit einem Kontakt 6' am Handgriff 21 verbunden sein. Der Kontakt 6' ist auch hier über eine Anschlußleitung mit Anzeigevorrichtung 10 verbunden. Zwischen dem Kontakt 6' und dem links der Feder 5 gezeigten elektrisch  
20 leitenden Element ist ein Spalt vorgesehen, über welchen eine kapazitive oder induktive Ankopplung erfolgen kann (siehe auch Beschreibungseinleitung). Alternativ ist selbstverständlich auch die galvanische Ankopplung stets möglich.

Zusammenfassung:

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung  
(1) zum Einstellen und/oder Prüfen der Axialkraft in  
5 Schraubverbindungen. Die Vorrichtung enthält eine  
Kontrolleinrichtung zur Begrenzung einer zwischen  
zwei Kraftaufbringungselementen der Schraubverbindung  
wirkenden Axialkraft. Die Kontrolleinrichtung weist  
hierbei erfindungsgemäß Mittel (4, 5) zur Signal-  
10 wertaufnahme von einem Meßelement (2) auf, dessen  
elektrischer Widerstand in Abhängigkeit von der wir-  
kenden Axialkraft veränderlich ist.

(Fig. 1)

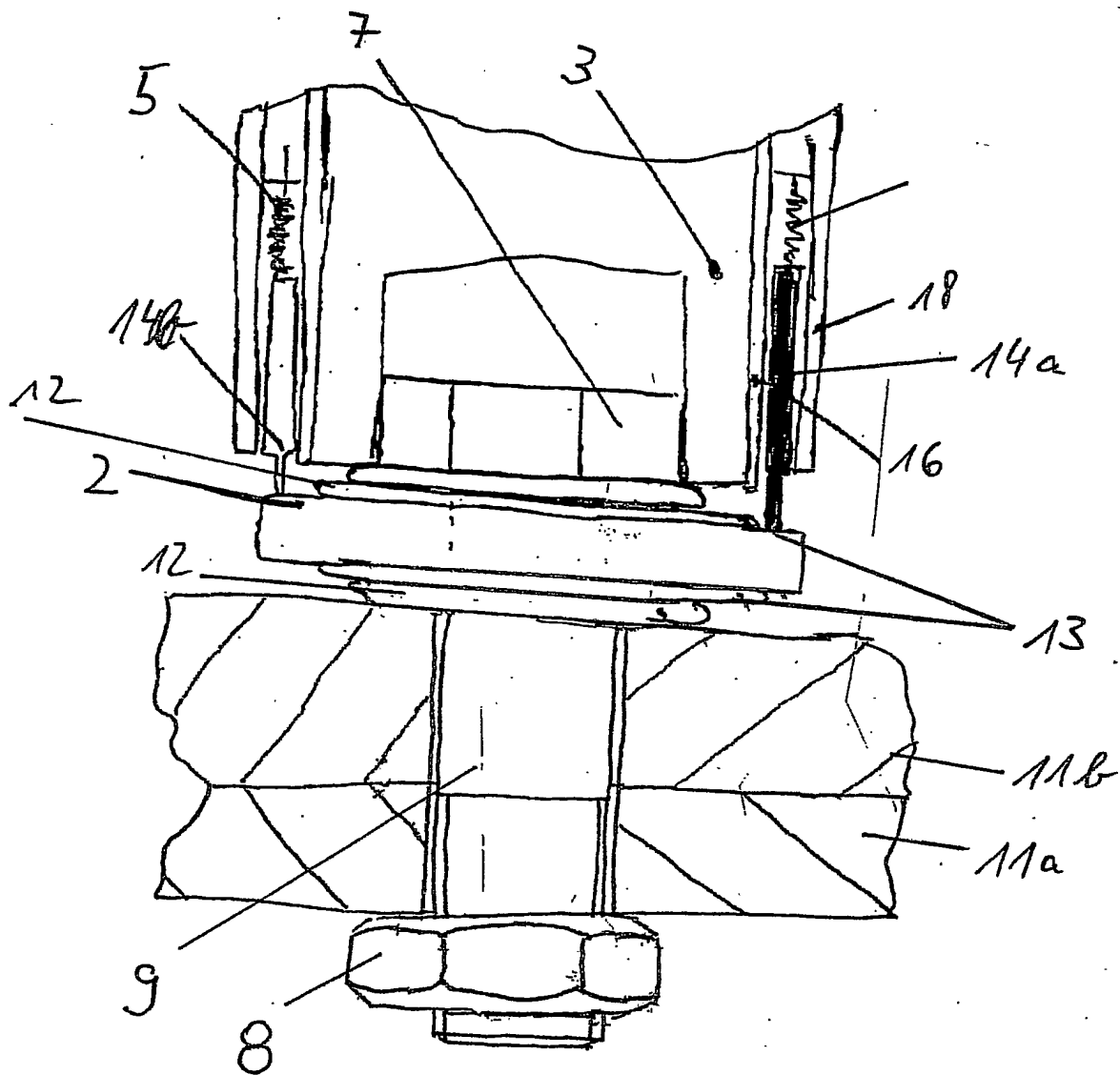


Fig. 1

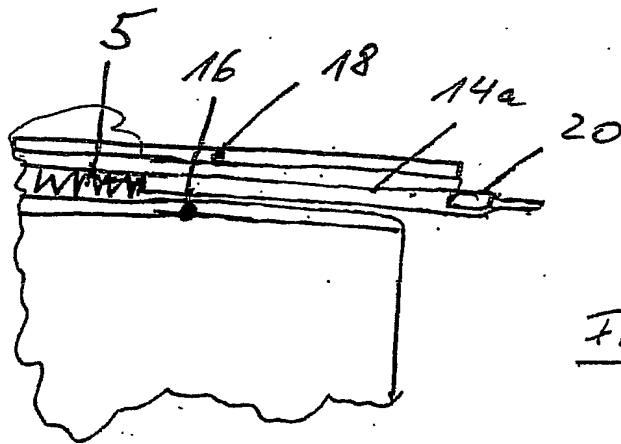


Fig. 2a

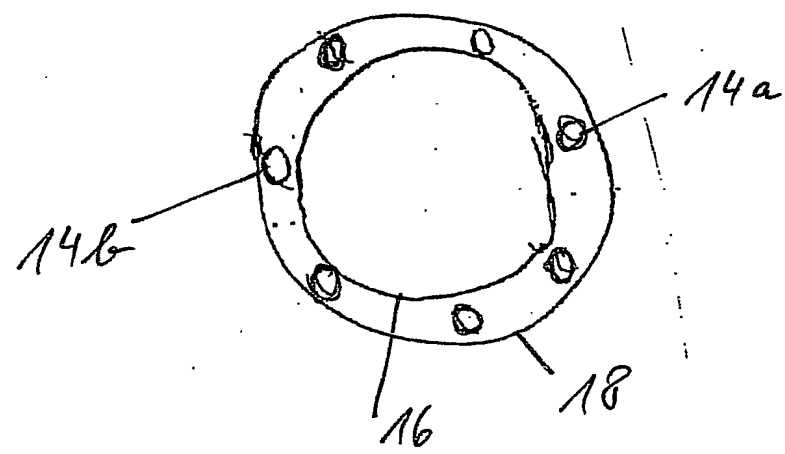


Fig. 2b

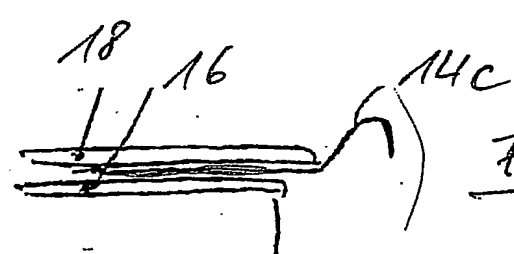
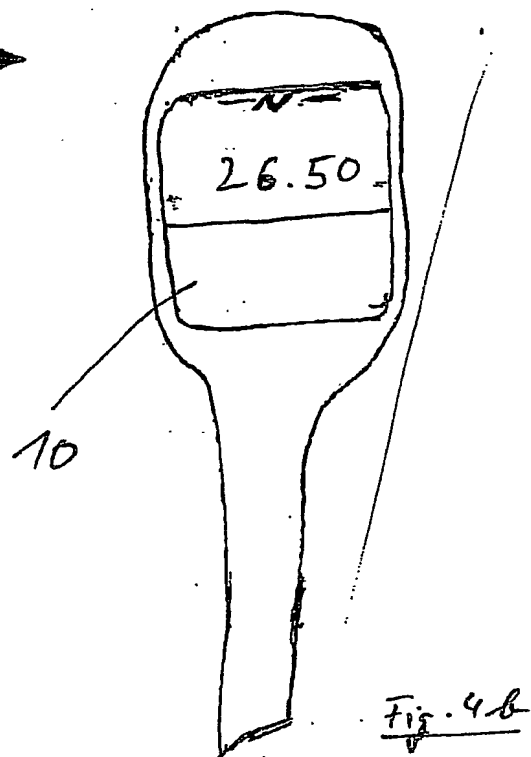
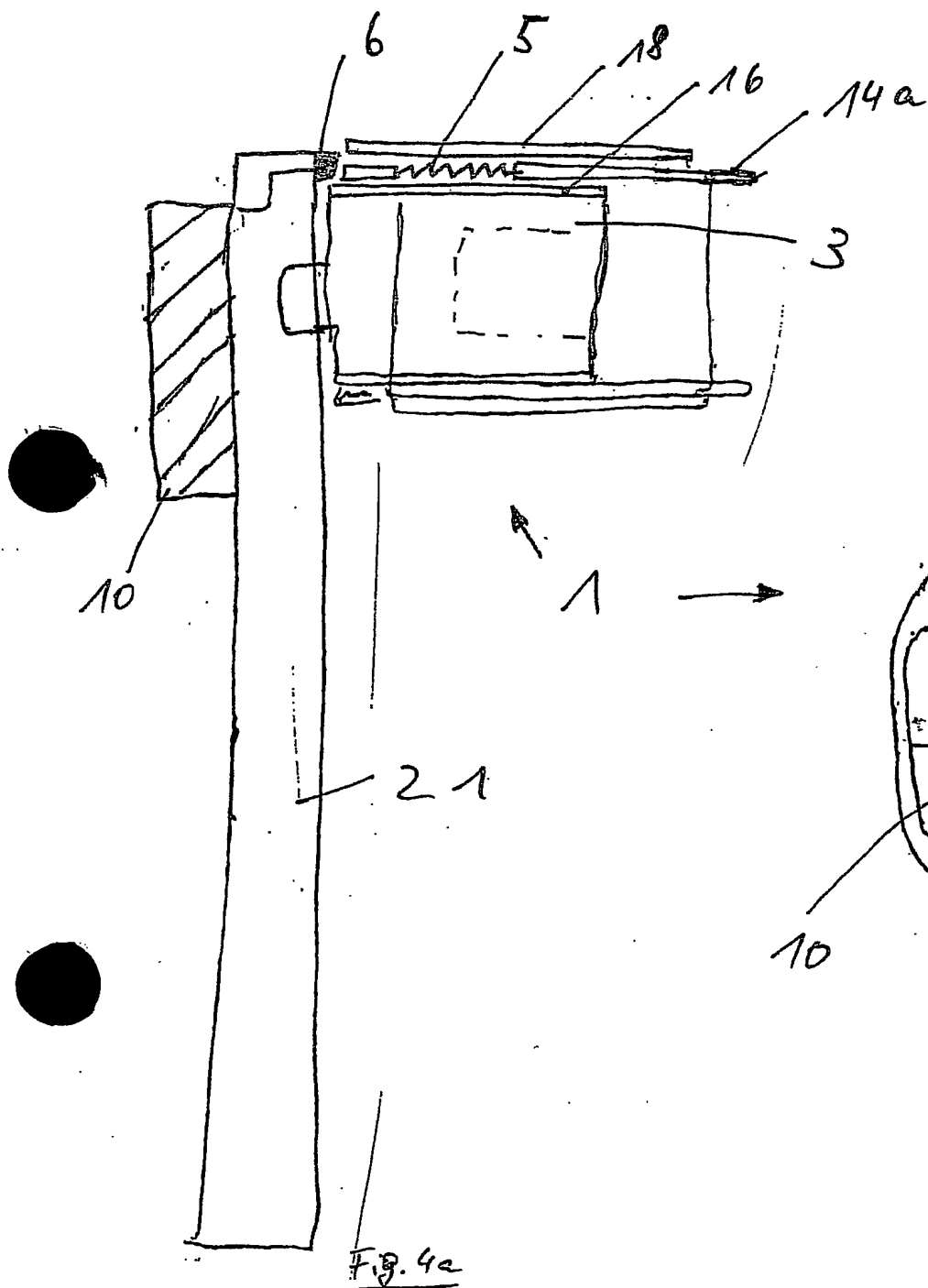
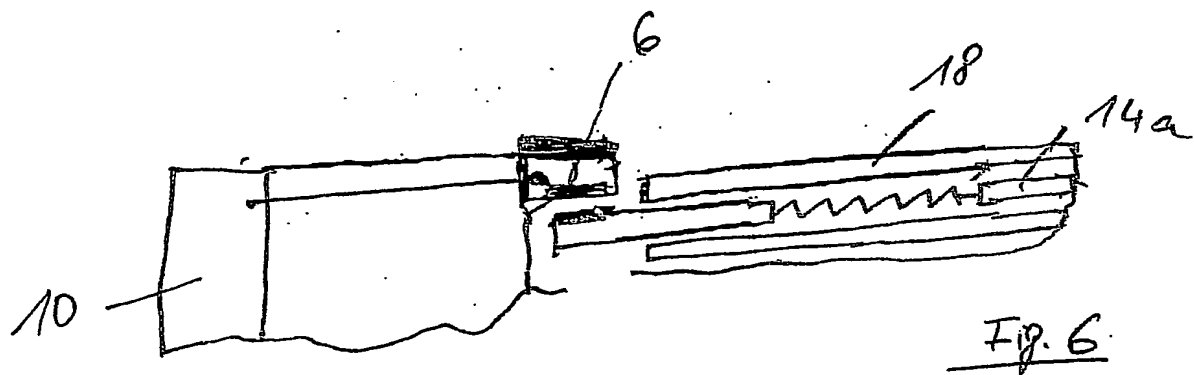
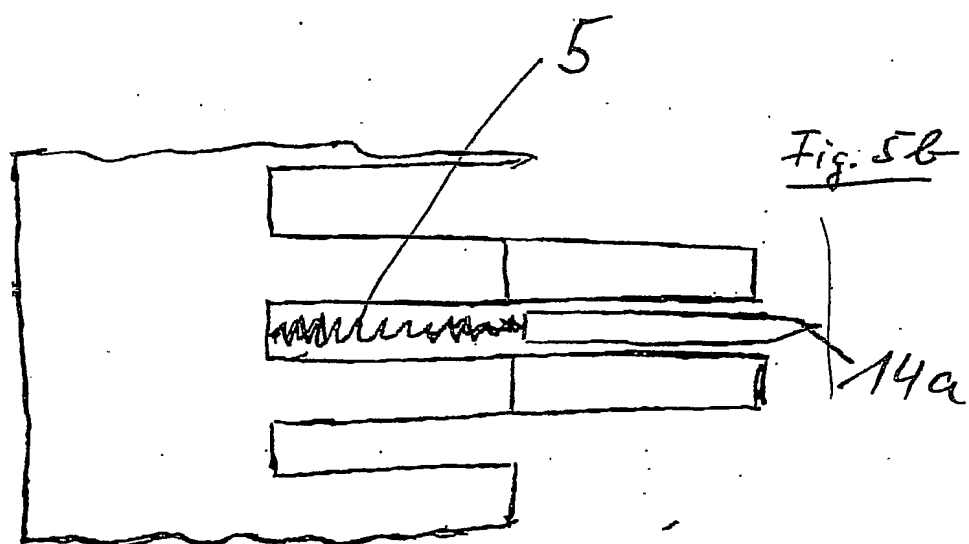
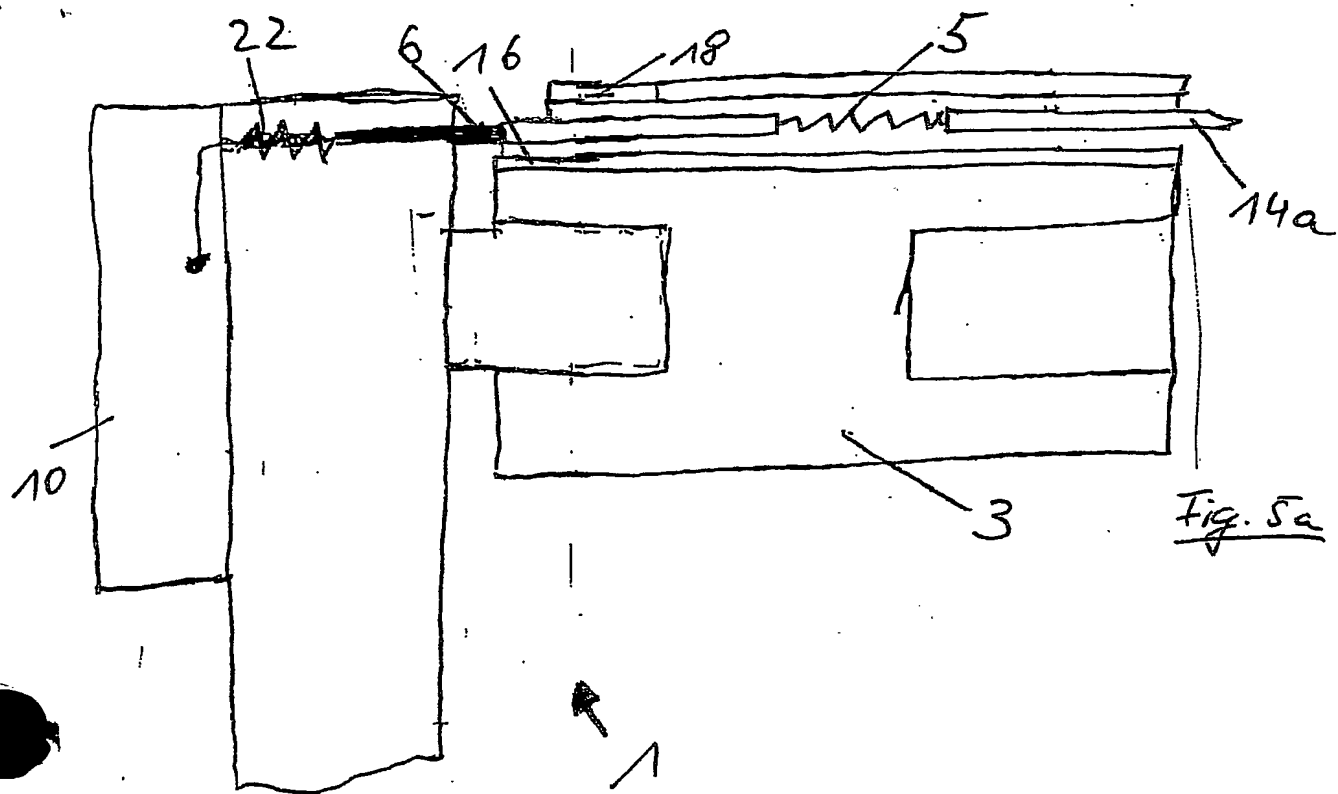


Fig. 3





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**